**东莞智能电缆敷设系统**

设

计

方

案

**长沙中航信息技术有限公司**

**2018年12月21日**

文档变更记录

| 版本编号 | 版本日期 | 作者 | 说明 |
| --- | --- | --- | --- |
| V1.0 | 2018-12-21 | 罗维欢 | 创建第一版 |
| V2.0 | 2018-12-25 | 罗维欢 | 经开发组（罗维欢，张鹏，王升）内部讨论后修订 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

审核

| 日期 | 审核人 | 职务 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**分发记录**

| 日期 | 接收人 | 份数 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**目录**

[1 项目背景 4](#_Toc533577746)

[2 方案概述 4](#_Toc533577747)

[2.1 方案目标 4](#_Toc533577748)

[2.2 方案原则 5](#_Toc533577749)

[3 总体方案 5](#_Toc533577750)

[3.1 业务流程 5](#_Toc533577751)

[3.2 系统功能 8](#_Toc533577752)

[3.3 通讯接口 9](#_Toc533577753)

[3.3.1 与其它系统的接口 10](#_Toc533577754)

[3.3.2 与硬件的接口 10](#_Toc533577755)

[3.3.3 两套版本的接口 10](#_Toc533577756)

[4 功能设计 10](#_Toc533577757)

[4.1 工程管理 10](#_Toc533577758)

[4.2 设备管理 13](#_Toc533577759)

[4.3 理论分析 15](#_Toc533577760)

[4.3.1 三维轨迹图控件 16](#_Toc533577761)

[4.3.2 敷设路径 17](#_Toc533577762)

[4.3.3 敷设方案 18](#_Toc533577763)

[4.3.4 基础数据 20](#_Toc533577764)

[4.4 力学计算 22](#_Toc533577765)

[4.4.1 公式配置 23](#_Toc533577766)

[4.4.2 参数配置 25](#_Toc533577767)

[4.4.3 受力计算 27](#_Toc533577768)

[4.5 现场监控 28](#_Toc533577769)

[4.5.1 平面轨迹图控件 29](#_Toc533577770)

[4.5.2 实施敷设方案 30](#_Toc533577771)

[4.5.3 受力监控 32](#_Toc533577772)

[4.5.4 数据转发与接收 33](#_Toc533577773)

[4.6 地理数据 33](#_Toc533577774)

[4.7 系统管理 35](#_Toc533577775)

[4.7.1 用户管理 35](#_Toc533577776)

[4.7.2 权限管理 38](#_Toc533577777)

[4.7.3 系统菜单 39](#_Toc533577778)

[4.7.4 数据同步 40](#_Toc533577779)

[4.8 物理模拟器 41](#_Toc533577780)

[4.8.1 测量装置模拟器 41](#_Toc533577781)

[4.8.2 控制系统模拟器 42](#_Toc533577782)

[5 开发平台及运行环境 42](#_Toc533577783)

[5.1 开发平台 42](#_Toc533577784)

[5.2 系统运行环境 42](#_Toc533577785)

[6 项目计划 43](#_Toc533577786)

1. 项目背景

目前，在电缆敷设工程中：施工前，敷设方案基本由财务预算和工程管理人员的经验决定；在施工过程中，没有有效的技术手段对敷设电缆的受损情况进行监测预警，如果电缆的受力超过标准值，就会造成电缆的损失；施工后，也没有客观数据证明敷设方案的合理性与否。

通过软件及硬件结合的手段建立一套智能电缆敷设系统，对电缆敷设进行科学指导与系统监控，能提高敷设质量，降低敷设成本。

本方案是对上述系统的软件实现部分做详细的描述。

1. 方案概述

智能电缆敷设系统对电缆敷设的整个流程进行指导与监控：

在施工前，根据总结的力学计算模型，对各种敷设环境下电缆的受力情况，进行科学分析及计算，生成计算结果，根据计算结果，自动或手动制定合理的敷设方案，对敷设工程进行科学指导。

在施工过程中，通过传感器及配套的监控系统，对电缆受力情况进行系统的监控，一旦电缆受力情况超过阈值，立刻暂停施工，避免电缆损坏造成损失。

施工结束后，比较物理传感器收集的数据及理论计算结果，科学分析，完善力学计算模型。

* 1. 方案目标

根据方案概述，方案建设目标主要包括以下两方面内容：

* 对敷设过程进行理论指导：

1. 整合力学研究成果，对敷设轨迹上电缆的各种受力情况进行科学计算，生成计算结果。
2. 根据计算结果，系统可以自动生成有效的敷设方案
3. 建立与敷设轨迹数据相吻合的输电电缆敷设轨迹三维模型，模型直观、可交互；
4. 依靠三维轨迹模型上，通过鼠标等直观的操作方式，用户能查看敷设路径、敷设环境、敷设轨迹上各点的受力情况；
5. 根据三维模型上标识的受力情况，用户可以通过鼠标、菜单等方式，创建及修改敷设方案。

* 对敷设现场进行现场监控：

1. 与传感器通讯，即时获取传感器监测的数据；
2. 建立与敷设轨迹数据相吻合的输电电缆敷设施工平面图，施工图能实时反映敷设电缆的受力情况，及敷设进度；
3. 通过通讯接口，控制敷设系统；一旦电缆受力情况超过阈值，能立刻控制系统暂停施工；
4. 依靠电缆敷设施工图，通过鼠标、菜单等直观的操作方式对敷设方案进行调整，优化。
   1. 方案原则

东莞智能电缆敷设系统包含两个版本：现场版和Web版，现场版服务现场工程管理人员；Web版服务机关领导。

智能电缆敷设系统通过模块化，组件化的设计思想；采用前后端分离，两个版本前端分开独立开发，后端根据功能的需求配置相应后台模块。

**Web版和现场版的区别**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **现场版** | **Web版** |
| 数据源 | 实时现场数据 | 降频转发的数据（有延迟） |
| 范围 | 当前单个工程 | 所有当前及以前的工程 |
| 目的 | 当前监控 | 事后监控 |
| 是否控制线程设备 | 是 | 否 |
| 与其它Web系统对接 | 不需要 | 需要 |

1. 总体方案
   1. 业务流程

业务有理论分析和现场管理两大部分构成，事先根据测绘的数据和力学计算公式，依托三维轨迹模型交互界面，得到适用的敷设方案。

根据方案组织电缆的敷设，在施工现场，利用测量装置和现场监控系统，监控电缆的受力状况，如果有受力超过阈值的情况，即暂停施工，添加设备，使受力降到合理的区间。

事后，根据积累的理论分析受力状况和实际监测的受力状况的差异，修正力学计算公式或相关参数。

业务流程图：



* 1. 系统功能



* 1. 通讯接口



* + 1. 与其它系统的接口

1. 南方电网数据传输中间件，Web版的使用环境为内网，与外部的数据交互要通过南方电网的数据传输中间件进行。
2. WebGIS平台，WebGIS平台为甲方的一个综合地理信息平台，需要在该平台展示现场施工信息，也需要展示理论分析后的敷设方案；另外地理信息由该平台导入本系统。
3. 综合信息管理平台，这是甲方的一个综合信息平台，甲方希望通过该平台直接进入我方的系统（单点登录）。
   * 1. 与硬件的接口
4. 与各套传感器装置通讯，获取监测的数据。
5. 与敷设控制系统的通讯，能够向控制系统下达指令，暂停施工。
   * 1. 两套版本的接口
6. 单机版要将现场采集到的信息，降低频率后发送到Web版服务器。
7. 单机版和Web版主体功能一致，存在数据同步的需求。
8. 功能设计
   1. 工程管理

工程管理负责维护工程信息，工程信息包括工程名称、工程对应的地理测绘数据（地理信息id）、工程要敷设的电缆信息、工程要使用的设备等。工程信息是基础数据，删除操作是添加删除标记，不是直接从数据库删除。

* 用例图（Web版与现场版）：



* 业务流程如下：

1. 新建工程，为工程命名。
2. 选择工程的测绘数据（gisId）
3. 为工程添加要敷设的电缆（工程明细）。
4. 为工程配备设备（添加，或删除设备），如添加两台滑轮，就形成两条工程设备的记录（设备编号自动生成，可以手动修改）。

* 数据库设计：

**工程信息表（t\_project\_info）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| id | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 工程名称 | fname |  | varchar(40) |
| 地理信息Id  是否删除 | gis\_id  is\_delete | 外键，关联t\_gis表 | char(32)  bool |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(128) |

**工程明细（t\_project\_detail）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| sysid | sysid |  | char(32) |
| 工程id | project\_id | 外键，关联主表 | char(32) |
| 电缆类型  电缆编号 | cable\_type\_id  fnumber | 外键，关联t\_cuble（电缆） | char(32)  char(4) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | decimal(32) |
| 备注 | fremark |  | varchar(40) |

**表工程设备（t\_project\_devicve）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| sysid | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 设备类型id | device\_type\_id | 外键，关联t\_device\_type | char(32) |
| 工程id | project\_id | 外键，关联t\_project | char(32) |
| 设备编号 | fnumber |  | char(4) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(40) |

* 1. 设备管理

设备管理模块负责维护设备信息，设备信息包括设备的名称、编号等，还包括设备对应的力学属性，如电动滑车摩擦系数、最大摩擦力等。

生成敷设方案或进行受力分析，都要考虑设备的力学属性。同时设备类型作为基础数据，会以选项的形式被很多模块选择。

要维护的所有设备如下图所示，传感器也作为设备处理，通过parentId与上级设备关联。

**所有的设备**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **设备** | **传感器** | **数量** | **工作环境** | **测量范围** | **备注** |
| 牵引机（1台） | 拉力传感器 | 1个 | 户外 | 10KN-60KN 左右 | 1.直径15cm左右，长度不超过30cm； 2.方便和测量模块集成； 3.在拉力的作用下可以旋转，不影响尾部电缆； 精度：测量值与实际值误差≤50N； |
| 输送机（10台） | 电流传感器 | 60个 | 恶劣地下隧道(潮湿,温差大) | 无 | 轻盈小巧按照方便； |
| 压力传感器 | 10个 | 预计在千牛级别 | 精度：测量值与实际值误差≤50N |
| 速度传感器 | 10个 | 无 | 精度：测量值与实际值误差≤0.2m/s |
| 到达传感器 | 10个 | 无 | 能够感应物体到达即可 |
| 电动滑车（5台） | 压力传感器 | 10个 | 预计在千牛级别 | 精度：测量值与实际值误差≤50N |
| 放线机（1台） | 速度传感器 | 1个 | 户外 | 无 | 精度：测量值与实际值误差≤0.2m/s |
| 位移传感器 | 1个 | 无 | 采用角位移传感器（参考） |

* 例图（Web版和现场版）



* 数据库设计：

**设备类型表（t\_device\_type）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| id | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(255) |
| 备注 | fremark |  | varchar(256) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 名称 | fname |  | varchar(40) |
| 编号 | fnumber |  | char(4) |
| 父类型 | sys\_pid | 上级设备（如速度传感器的上级-输送机） | char(32) |

**设备力学属性表（t\_device\_mechanics）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| sysid | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 科目 | subject\_type | 如摩擦系数，拉力等，数据字典维护 | int |
| 值 | data\_value |  | decimal(12,3) |
| 设备类型id | device\_type\_id | 外键，关联设备类型表 | char(32) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |

* 1. 理论分析

理论分析是核心模块，依托地理数据生成的三维轨迹模型交互，调用力学公式计算轨迹上的点的受力情况，智能生成敷设方案。业务流程图如下：



业务流程如下：

1. 对敷设轨迹分段标注工井类型、敷设方式，标注后自动反写到地理坐标中，这作为计算电缆受力的基础；
2. 完成轨迹分段标注后，后台调用力学计算模块，依次计算轨迹上各点的受力情况，受力超过阈值的，以醒目的红色标识轨迹。
3. 系统会自动生成敷设方案，用户可以选择是否采用，采用后，轨迹上会图标的形式显示添加的设备。
4. 用户也可以手动修改敷设方案，在轨迹上添加，删除设备，沿轨迹移动设备。
5. 添加或更新敷设方案后，
   * 1. 三维轨迹图控件

三维轨迹控件是封装的一个用户控件，方便用户从各个角度看轨迹上各点的受力状况；用户还能根据受力计算的结果，通过鼠标操作模拟在敷设轨迹放置设备，降低电缆受力；操作结果作为敷设方案存储到数据库中。

三维轨迹控件应当操作直观方便，响应迅速。

* 用例图（现场版）



* + 1. 敷设路径

敷设路径操作，是指根据导入的GIS数据，根据现场环境及施工方式，分段标注工井类型、敷设方式等特性，方便以不同的公式进行受力计算

* 用例图（现场版）



* 数据库设计

**敷设路径分段处理表（t\_laying\_path）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| Id | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 工井类型Id | well\_type\_id | 外键，关联工井表 | char(32) |
| 敷设方式Id | laying\_model\_id | 外键，关联敷设方式表 | char(32) |
| 敷设长度 | flength | 该段终点到整条线路起点距离 | decimal(8,3) |
| 工程Id | projec\_id | 外键，关联工程表 | char(32) |
| 地理Id | gis\_id | 外键，关联t\_gis表 | char(32) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(40) |

* + 1. 敷设方案

敷设方案是指在敷设轨迹上配置设备，减轻电缆的受力；可以通过三维轨迹模型和表单两种方式编辑敷设方案，

* 用例图（现场版）



* 数据库设计

**敷设方案表（t\_program）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| id | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 工程Id | project\_id | 外键，关联工程表 | char(32) |
| 工程明细id | project\_detail\_id | 外键，关联工程明细表 | char(32) |
| 是否实际应用 | is\_adopt |  | bool |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(40) |

**方案明细（t\_program\_detail）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| id | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 方案id | program\_id | 外键，关联主表 | char(32) |
| 敷设长度 | flength | 设备距敷设起点的距离 | decimal(8,3) |
| 设备类型id | device\_type\_id | 外键，关联设备类型表 | char(32) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(255) |

* + 1. 基础数据

理论分析的基础数据包括工井类型和敷设方式，这个部分是否放在数据字典里？

* 工井类型用例（现场版）



* 敷设方式用例（现场版和Web版）



* 数据库设计

**工井类型（t\_well\_type）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| id | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 类型名称 | fname |  | varchar(40) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(128) |

**敷设方式（t\_laying\_mode）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| id | sysid |  | int |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 方式名称 | fname |  | varchar(40) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(128) |

* 1. 力学计算

力学计算的功能结构图如下所示，核心是进行受力计算，基本流程如下：

1. 根据敷设环境配置受力的计算公式，根据敷设环境配置计算参数。
2. 受力计算模块读取敷设轨迹数据，根据轨迹对应的敷设环境及电缆信息，查找对应的力学计算公式及参数。
3. 按照通用接口，调取对应的公式，计算结果。
4. 比对计算结果及电缆的阈值，生成合适的敷设方案。

功能结构如下图所示：



* + 1. 公式配置

每个力学公式对应一个类（实现通用的计算接口，按公式执行计算）和一个XML文件（保存计算结果）；通过公式配置，将力学算法的变化导致的代码变更控制在具体的算法类上。

* 用例图（现场版）



* 数据库设计

**力学公式（t\_formula）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| sysid | sysid |  | char(32) |
| 控制单元  公式名称 | control\_unit\_id  fname |  | char(32)  varchar(40) |
| 工井类型Id | well\_type\_id | 外键，关联t\_well\_type | char(32) |
| 敷设方式Id | laying\_mode\_id | 外键，关联敷设方式 | char(32) |
| 几何特征 | geometric\_id | 外键，关联线路的几何特征（如直线，转弯的前半段等） | char(32) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(40) |

**公式详情（t\_formula\_detail）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| sysid | sysid |  | char(32) |
| 版本 | version | 随着研究的进行，一个公式有多个版本 | int |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 表达式 | fexpression |  | varchar(100) |
| 类文件 | class\_name | 将公式转为代码，代码所属的类的名称 | varchar(255) |
| XML文件 | xml\_name | 临时保存计算结果的xml文件的名称 | varchar(40) |
| 公式id | formula\_id |  | char(32) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(40) |

* + 1. 参数配置

包括电缆信息和环境的摩擦系数。

* 电缆信息用例图（现场版）



* 摩擦系数用例图（现场版）



* 数据库设计

**电缆信息表（t\_cable\_info）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| sysid | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 电压等级 | voltage\_type | 由数据字典维护 | int |
| 护套类型 | sheath\_type | 由数据字典维护 | int |
| 电缆截面 | fsection |  | decimal(8,3) |
| 最大牵引力 | max\_traction |  | decimal(8,2) |
| 最大侧压力 | max\_lateral\_pressure |  | decimal(8,2) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(40) |

**摩擦系数表（t\_friction）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| id | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 管材类型 | pipe\_type | 由数据字典维护 | int |
| 摩擦系数 | friction\_factor |  | decimal(8,3) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(128) |

* + 1. 受力计算

作为后台模块，实现下表中的接口，为其它模块提供数据支持；计算结果存储在一张临时表中，供查询，避免重复计算。

**要实现的接口**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **说明** | **参数** | **返回值** |
| 1 | 添加设备前，敷设轨迹上各点受力 | 工程信息 | 各点受力的集合 |
| 2 | 判断轨迹上受力超过阈值的区域 | 工程信息，电缆信息 |  |
| 3 | 添加设备后，敷设轨迹上各点受力 | 工程信息，电缆信息，设备物理属性 |  |
| 4 | 生成敷设方案 | 工程信息，电缆信息，设备物理属性 | 敷设方案 |
| 5 | 查询受力计算结果 | 地理坐标 |  |
| 6 | 临时储存受力计算结果 | 无 |  |

* 数据库设计

**计算结果（t\_calculation）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| sysid | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 工程id | project\_id | 外键，关联工程表 | char(32) |
| 工程明细id | project\_detail\_id | 外键，关联工程名称 | char(32) |
| 方案id | programid | 外键，关联工程对应的方案（可以为空，没有方案） | Char(32) |
| 计算科目 | subject\_type |  | int |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |

**计算结果明细(t\_calculation)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| sysid | sysid |  | char(32) |
| 计算结果id | calculation\_id | 关联主表 | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| x | point\_x |  | decimal(12,3) |
| y | point\_y |  | decimal(12,3) |
| z | point\_z |  | decimal(7,3) |
| 结果值 | data\_value |  | decimal(12,3) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |

* 1. 现场监控

现场监控是核心模块，基本流程如下：

1. 导入理论敷设方案，根据方案部署设备，开始施工；
2. 在施工过程中，系统接收传感器发送的受力数据，在平面轨迹图上实时显示；
3. 在受力超过电缆阈值时，发出警告，工程管理人员立刻暂替施工，调整方案后，继续施；
4. 调整后的方案要保存



* + 1. 平面轨迹图控件
* 现场版用例图



* Web版用例图



* + 1. 实施敷设方案
* 用例图（现场版）



* 数据库设计

**设备部署表（t\_device\_deployment）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| sysid | sysid |  | char(32) |
| 工程id | project\_id | 外键，关联工程表 | char(32) |
| 方案id | program\_id | 外键，关联方案表 | char(32) |
| 工程设备id | device\_id | 外键，关联工程设备表 | int |
| 开始部署时间 | start\_ time |  | datetime |
| 结束部署时间 | end\_ time |  | datetime |
| 设备位置X | device\_x |  | decimal(12,3) |
| 设备位置Y | device \_y |  | decimal(12,3) |
| 设备位置Z | device \_z |  | decimal(8,3) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建日期 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改日期 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(40) |

* + 1. 受力监控
* 现场版用例图



* Web版用例图



* 数据库设计

**监测数据（t\_monitoring\_data）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| sysid | sysid |  | char(32) |
| 设备部署id | deployment\_id | 外键，关联主表 | int |
| 时间 | ftime |  | datetime |
| 测量科目 | subject\_type |  | int |
| 值 | fdata |  | decimal(12,3) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(40) |

* + 1. 数据转发与接收

现场将接收到的监测数据，降低频率后，通过南方电网中间件传送到机关用户，让机关用户也能看到现场情况。

* 用例（现场版和Web版）



* 1. 地理数据

Web版要从WebGIS导入地理数据，现场版要从Web版导入地理数据。

* Web版用例



* 现场版用例



* 数据库设计

**地理信息（t\_gis\_info）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| sysid | sysid |  | char(32) |
| 地名 | place\_name |  | varchar(40) |
| 参照点x | frame\_x |  | decimal(12,3) |
| 参照点y | frame\_y |  | decimal(12,3) |
| 参照点z | frame\_z |  | decimal(7,3) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(255) |

**地理坐标（t\_gis\_detail）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| id | id |  | char(32) |
| 主表Id | gis\_id | 外键，关联主表id | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| x | point\_x |  | decimal(12,3) |
| y | ponit\_y |  | decimal(12,3) |
| z | point\_z |  | decimal(7,3) |
| 几何特征id  敷设路径分段id | geometric\_id  t\_laying\_paht\_id | 外键，关联t\_geometircal  外键，关联t\_laying\_path表 | char(32)  char(32) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | frmark |  | varchar(128) |

注：理论分析对敷设轨迹分段时，分段之后，将分段id反写到地理信息中。

**几何特征（t\_geometrical）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| sysid | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 特征名称 | fname |  | varchar(40) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(100) |

* 1. 系统管理

系统角色包括但不限于以下三种，这3个角色不能删除：

超级管理员（root）：Web版才有，用于添加或删除角色，为角色配置权限，root只有一个用户。

管理员（administrator）:Web版和现场版都有，每个现场版只配置一个管理员,除包括standard的所有权限外，可以添加或删除普通用户（管理员和超级管理员除外）。

标准用户（standard）：Web版和现场版都有，现场版可以访问所有菜单，访问Web菜单的权限由root配置。

* + 1. 用户管理
* 现场版用例（标准用户）



* 现场版用例（管理员）



* Web版用例（普通用户）



* 数据库设计

**用户表（t\_user）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| 主键Id | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 用户名 | user\_name |  | varchar(32) |
| 密码 | password |  | char(8) |
| 密码提示 | password\_prompt |  | varchar(32) |
| 有效期 | gmt\_valid |  | date |
| 是否禁用 | is\_forbidden |  | bool |
| 是否删除 | is\_delete |  | bool |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 更新时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(32) |

**用户角色表（t\_user\_role）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| Id | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 用户ID | user\_id |  | char(32) |
| 角色ID | role\_id |  | char(32) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 更新时间 | gmt\_modified |  | datetime |

* + 1. 权限管理
* web版用例图（root用户）



* 数据库设计

**角色表（t\_role）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| sysid | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 名称 | fname |  | varchar(32) |
| 是否删除 | is\_delete |  | bool |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 更新时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(32) |

**角色权限表（t\_role\_grant）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| sysid | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 角色id | role\_id |  | char(32) |
| 权限ID | grant\_id |  | char(32) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 更新时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(40) |

* + 1. 系统菜单

系统菜单没有增、删、改、查的操作，代码确定，表的数据就不会变化；每个菜单定义的基本权限包括：打开、查询、创建、编辑、删除，可以以这几个基本权限为基础，进行多种组合，生成该菜单的多种权限，用于角色的权限配置。

* Web版用例图



* 数据库设计

**系统菜单表（t\_system\_menu）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| 菜单ID | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 菜单名称 | menu\_name |  | varchar(40) |
| 菜单链接 | menu\_url |  | varchar(50) |
| 菜单父级 | menu\_pid |  | char(32) |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 更新时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(40) |

**系统菜单权限控制（t\_sys\_menu\_grant）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 代码 | 注释 | 数据类型 |
| 权限ID | sysid |  | char(32) |
| 控制单元 | control\_unit\_id |  | char(32) |
| 菜单ID | menu\_id |  | int |
| 打开菜单权限 | grant\_open |  | bool |
| 查询权限 | grant\_query |  | bool |
| 创建权限 | grant\_create |  | bool |
| 编辑权限 | grant\_edit |  | bool |
| 删除权限 | grant \_delete |  | bool |
| 打印权限 | grant\_print |  | bool |
| 创建人 | creator\_id |  | char(32) |
| 创建时间 | gmt\_create |  | datetime |
| 修改人 | modifier\_id |  | char(32) |
| 修改时间 | gmt\_modified |  | datetime |
| 备注 | fremark |  | varchar(40) |

* + 1. 数据同步

Web版监控所有的工程，主要是事后监考；现场版针对特定的工程，要求实时监控，现场版和Web版之间需要进行数据同步。

* 现场版用例图



* Web版用例图



* 1. 物理模拟器

由于软件与硬件开发分开进行，需要模拟敷设现场监测的数据，便于软件的独立开发与测试。

* + 1. 测量装置模拟器

测量装置模拟器模拟敷设设备上的传感器，随同设备进行部署。

包括下述三种模拟器

1. 牵引力模拟器，
2. 侧压力模拟器，
3. 速度模拟器，

每种模拟器可以拥有多个实例，可以为每个实例进行不同的配置；模拟器的值通过配置数据源的方式进行设置；模拟器的频率可以配置。

* + 1. 控制系统模拟器

控制系统模拟器，模拟对敷设控制系统的控制，可以模拟敷设开始，暂停敷设，

通过控制系统模拟器，速度模拟器，牵引力模拟器及侧压力模拟器，可以模拟整个敷设流程。

1. 开发平台及运行环境
   1. 开发平台

根据总体技术要求和规划，东莞智能电缆敷设系统的开发两个版本，现场版和Web版，两个版本使用统一的后台模块，使用C#语言，基于 .NET平台开发。

* 1. 系统运行环境

**系统运行硬件环境清单**

| **设备名称** | **性能要求（典型）** | **数量** |
| --- | --- | --- |
| 服务器网络 | CPU：最低要求I5；内存：DDR667-8GB；  独立显卡，显存要求大于1GB；LAN连接：1Gbps； | 1台 |

**系统运行软件环境清单**

| **软件项** | **配置要求（典型）** | 备注 |
| --- | --- | --- |
| 服务器操作系统 | Windows Server 2012/2008 | 32bit/64bit |
| 运行基础环境 | .NET 4.0 |  |
| 开发工具 | Microsoft Visual Studio 2017 |  |
| 数据库软件 | Orcal（Web版）和Sqlite(现场版） |  |
| 客户端操作系统 | Win10、Win8、Win7 | 32bit/64bit |

1. 项目计划

| **东莞智能电缆敷设系统实施计划** | | |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **项目** | **完成日期** |
| 1 | 方案设计 | 2019—1-30 |
| 2 | 原型设计 | 2019-3-10 |
| 3 | 系统统软件开发 | 2019-6-30 |
| 4 | 现场软件测试 | 2020-12-31 |